This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images, please do not report the images to the Image Problem Mailbox.

REMARKS

Claims 4, 5 and 8 through 17 are pending in this Application. New claims 16 and 17 have been added, claims 4, 5 and 8 through 12 and 14 amended, and claims 1 through 3, 6 and 7 cancelled. Care has been exercised to avoid the introduction of new matter. Applicants would note that new claim 16 is basically a combination of original claims 1 through 3, 6 and 7. Applicants submit that the present Amendment does not generate any new matter issue.

Priority Issue

The Examiner required Applicants to submit evidence to prove copendency of the international application with the U.S. National phase application. Applicants would note that copendency was stated in the Declaration filed with the present Application.

At any rate, submitted herewith are copies of Form PCT/IPEA/402 (Exhibit A) and Form PCT/IB/332 (Exhibit B) pursuant to MPEP Section 1895.

Claims 1 through 33 were rejected under 35 U.S.C. §102 for lack of novelty as evidenced by WO99/40037 issued to Onishi (Onishi).

In the statement of the rejection the Examiner did not rely on the actually applied reference but upon a U.S. Patent No. 6,474,108, asserting the actually applied reference discloses a method corresponding to that claimed. This rejection is traversed.

Initially, Applicants will treat this rejection as though applied against claim 16, since **claim 16** replaced claim 1.

Firstly, the Board of Patent Appeals and Interferences has consistently held that an English language translation of the actual document relied upon must be made of record. *Ex*

parte Bonfils, 64 USPQ2d 1456 (BPAI 2003); Ex parte Gavin, 62 USPQ2d 1680 (BPAI 2001); Ex parte Jones, 62 USPQ2d 1206 (BPAI 2001). Moreover, Onishi does not disclose or suggest the claimed invention.

The factual determination of lack of novelty under 35 U.S.C. §102 requires the identical disclosure in a single reference of each element of a claimed invention, such that the identically claimed invention is placed into the recognized possession of one having ordinary skill in the art. *Dayco Prods., Inc. v. Total Containment, Inc. 329 F.3d 1358 (Fed. Cir. 2003)*; *Crown Operations International Ltd. v. Solutia Inc., 289 F.3d 1367, 62 USPQ2d 1917 (Fed. Cir. 2002).* In rejecting a claim under 35 U.S.C. §102, the Examiner is required to specifically identify wherein an applied reference discloses each and every feature of a claimed invention. *In re Rijckaert, 9 F.3d 1531, 28 USPQ2d 1955 (Fed. Cir. 1993)*; *Lindemann Maschinenfabrik GMBH v. American Hoist & Derrick Co., 730 F.2d 1452, 221 USPQ 481 (Fed. Cir. 1984).* Moreover, there is a fundamental difference between the claimed method and the methodology of Onishi that scotches the factual determination that Onishi discloses a method of making a preform identically corresponding to that claimed.

Specifically, the claimed invention is directed to a method for fabricating a preform whose ellipticity caused by deformations of glass regions is reduced. To obtain such a desirable preform, the claimed method provides a thick glass region at least at an inner part of the cladding by dividing the collapsing step into two or more steps. In accordance with the claimed invention, the relationship of the outer diameter to the core at the end of the first collapsing step is specified, as are the amount of elongation during the first elongation step and the amount of etching. These limitations are neither disclosed nor suggested by Onishi. Indeed, the setting of the outer diameter rates between glass regions in the preform is extremely important and

functionally significant as disclosed at page 5 of the written description of the specification, lines 6 through 14.

On the other hand, Onishi discloses a method of making a preform for confining the spread of F-dopant to be added to a center portion thereof. Onishi's method includes a single collapsing step. Accordingly, Onishi neither discloses nor suggests forming a structure for reducing the ellipticity of an optical fiber.

The above argued differences in manipulative steps between the claimed method and the Onishi's method undermine the factual determination that Onishi discloses a method identically corresponding to that claimed. *Minnesota Mining & Manufacturing Co. v. Johnson & Johnson Orthopaedics Inc., 976 F.2d 1559, 24 USPQ2d 1321 (Fed. Cir. 1992)*; *Kloster Speedsteel AB v. Crucible Inc., 793 F.2d 1565, 230 USPQ 81 (Fed. Cir. 1986)*. Applicants, therefore, submit that the imposed rejection of claims 1 through 33 under 35 U.S.C. §102 for lack of novelty as evidenced by Onishi is not factually viable and, hence, solicit withdrawal thereof.

Claims 1, 2 and 9 were rejected under 35 U.S.C. 102 for lack of novelty as evidenced by Hiroo 62-167235(Hiroo).

In the statement of the rejection the Examiner determined that Hiroo discloses a method corresponding to that claimed. This rejection is traversed.

Applicants will also treat this rejection as though applied against **claim 16**, which replaced claim 1. As previously stressed, the factual determination of lack of novelty under 35 U.S.C. 102 requires the identical disclosure in a single reference of each element of the claimed invention such that the identically claimed invention is placed into the recognized possession of one having ordinary skill in the art. *Dayco Prods., Inc. v. Total Containment, Inc., supra.;*

Crown Operations International Ltd. v. Solutia Inc., supra. There are fundamental differences between the claimed method and Hiroo's method that scotch the factual determination that Hiroo discloses a method identically corresponding to that claimed.

Applicants submit herewith an English language translation of the relevant portions of Hiroo as Exhibit C.[1] As previously mentioned, the claimed invention is directed to a fabrication method for a preform whose ellipticity caused by deformations of glass regions is reduced or made smaller. Thus, in accordance with the present invention, a thick glass region is provided at least at an inner part of the cladding by conducting at least two collapsing steps. In this way the outer diameter rates between the glass regions in a preform become significant. Claim 16 species the relationship of the outer diameter to the core at the end of the first collapsing step, as well as the amount of elongation during the first elongation step and the amount of etching-functionally significant limitations.

On the other hand, Hiroo seeks to reduce the OH-radical contained in a thick outer region, constituting a cladding portion after drawing, of the preform for a dispersion compensating optical fiber. Since Hiroo's objective is clearly different from that of the claimed invention, diameter ratios between glass regions in Hiroo's preform are different from those of the claimed invention.

As mentioned above, Applicants have enclosed an English language translation of the relevant portions of Hiroo (Exhibit C). It should be noted that according to the claimed method, the first elongating step is conducted until the collapsed body has an outer diameter, after elongation, of one half or less of that before elongation (page 6, last line through page 7, line 11). This ratio (0.5 = 1/2) is clearly smaller than that (0.58 = 11mm/19mm) of Hiroo's preform.

---

[1] Should the Examiner maintain this rejection predicated upon Hiroo, the Examiner is requested to provide a complete English language translation of this reference as courteously offered.

Since the elongation step in accordance with the claimed invention is conducted at a added elongation ratio greater than that of Hiroo's elongation step, more OH-radicals are contained in the outer peripheral portion of the first collapsed body vis-à-vis Hiroo's preform. In other words, the etching step must etch the outer peripheral portion of the first collapsed body, obtained by the first step, at a thickness of 1.0mm to 2.5mm vis-à-vis Hiroo who etches the first composite body at a thickness of 0.75mm(=(11mm-9.5mm)/2). This difference is believed to occur due to the difference between the objectives of the claimed invention vis-à-vis Hiroo's objective. Accordingly, the outer diameters of the glass region and the preform as recited in the claimed method cannot be achieved by Hiroo. (Exhibit C).

The above argued differences in manipulative steps between the claimed method and the methodology of Hiroo undermine the factual determination that Hiroo discloses a method identically corresponding to that claimed. *Minnesota Mining & Manufacturing Co. v. Johnson & Johnson Orthopaedics Inc., supra; Kloster Speedsteel AB v. Crucible Inc., supra*. Applicants, therefore, submit that the imposed rejection of claims 1, 2 and 9 under 35 U.S.C. 102 for lack of novelty as evidenced by Hiroo is not factually viable and, hence, solicit withdrawal thereof.

Claims 3 through 9 were rejected under 35 U.S.C. 103 for obviousness predicated upon Hiroo.

Claims 10 and 15 were rejected under 35 U.S.C. 103 for obviousness predicated upon Hiroo in view of Berkey.

Claims 12 through 14 were rejected under 35 U.S.C. 103 for obviousness predicated upon Hiroo in view of Kyoto et al.

The above rejections under 35 U.S.C. 103 are traversed. Specifically, claims 3 through 10 and 12 through 15 depend from independent claim 16. Applicants incorporate herein the arguments previously advanced in traversing the imposed rejection of claim 1 (treated as a rejection of claim 16) under 35 U.S.C. 102 for lack of novelty as evidenced by Hiroo. The Examiner's additional comments and secondary references do not cure the argued deficiencies of Hiroo. As previously argued, the parameters for the etching step, i.e., the thickness of the outer peripheral portion of the first collapsed body etched to 1.0 to 2.5mm are not achievable by Hiroo, because of the objective of Hiroo in reducing the OH-radical in the thick outer region. Claim 17 depends from claim 16 and, hence, is free of the applied prior art.

Applicants, therefore, submit the imposed rejections of claims 3 through 9 under 35 U.S.C. 103 for obviousness predicated upon Hiroo, of claims 10 and 15 under 35 U.S.C. for obviousness predicated upon Hiroo in view of Berkey, and of claims 12 through 14 under 35 U.S.C. 103 for obviousness predicated upon Hiroo in view of Kyoto are not factually or legally viable and, hence, solicit withdrawal thereof.

Claims 11 and 14 were rejected under the second paragraph of 35 U.S.C. 112.

In the statement of the rejection the Examiner asserted that proper Markush groupings were not employed. This rejection is traversed.

Initially, the issue generated by rejection under the second paragraph of 35 U.S.C. 112 is whether one having ordinary skill in the art would have been able to understand the scope of the claimed invention when reasonably interpreted in light of and consistent with the written description of the specification. *Miles Laboratories, Inc. v. Shandon, Inc., 997 F.2d 870, 27 USPQ2d 1123 (Fed. Cir. 1993).* It is not apparent why one having ordinary skill in the art would

not have been able to understand the alternative language set forth in claims 11 and 14. In this respect, Applicants would stress that the use of alternative expressions does not automatically render a claimed invention indefinite. *Ex parte Cordova, 10 USPQ2d 1949 (BPAI 1987); Ex parte Head, 214 USPQ 551 (Bd.App. 1981).*

At any rate, claims 11 and 14 have been amended to employ conventional Markush terminology thereby overcoming the stated basis for the rejection.

Applicants, therefore, submit that the imposed rejection of claims 11 and 14 under the second paragraph of 35 U.S.C. 112 is not legally viable and, hence, solicit withdrawal thereof.

New claim 16 and 17

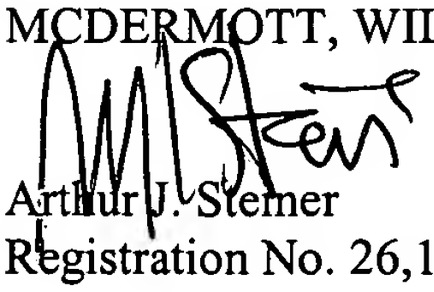
The arguments previously advanced in traversing the imposed rejections of claim 1 were directed to the limitations present in claim 16. Specifically, new claim 16 sets forth parameters for the collapsing step and etching step which are neither disclosed nor suggested by the applied references, including Hiroo.

Based upon the foregoing it should be apparent that the imposed rejections have been overcome and that all pending claims are in condition for immediate allowance. Favorable consideration is, therefore, respectfully solicited.

To the extent necessary, a petition for an extension of time under 37 C.F.R. 1.136 is hereby made. Please charge any shortage in fees due in connection with the filing of this paper, including extension of time fees, to Deposit Account 500417 and please credit any excess fees to such deposit account.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY



Arthur J. Steiner
Registration No. 26,106

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 AJS:MWE:ntb
Facsimile: (202) 756-8087
Date: February 19, 2004

特許協力条約

発信人　日本国特許庁（国際予備審査機関）

出願人代理人

長谷川　芳樹

あて名

〒１０４－００６１

東京都中央区銀座２丁目６番１２号　天倉本館　創英国際特許法律事務所

PCT／JP99／06046　PE402

PCT

国際予備審査請求書の受理通知書

（法施行規則第５４条第１項）
〔PCT規則５９．３（e）及び６１．１（b）第１文、実施細則６０１（a）〕

	発送日（日．月．年） １６．０５．００
出願人又は代理人の書類記号　ＳＥＩ９９－４４ＰＣＴ	重要な通知
国際出願番号 ＰＣＴ／ＪＰ９９／０６０４６	国際出願日（日．月．年） ２９．１０．９９
	優先日（日．月．年） ２９．１０．９８
出願人（氏名又は名称） 住友電気工業株式会社	

１．国際予備審査機関は、国際出願の国際予備審査請求書を次の日に受理したことを通知する。

２８日０４月００年

２．この受理の日は次に示す日である。

[*] 管轄する国際予備審査機関が国際予備審査請求書を受理した日
（ＰＣＴ規則６１．１（b））

[ ] 管轄する国際予備審査機関に代わって国際予備審査請求書を受理した日
（ＰＣＴ規則５９．３（e））

[ ] 国際予備審査請求書の手続き補完書を管轄する国際予備審査機関が受理した日

３．[ ] 受理の日は、優先日から１９箇月が経過している。

（注意）　国際予備審査請求書に記載した選択国の国内段階開始時期の優先日から３０箇月まで（遅い官庁がある）の効果はない。（ＰＣＴ第３９条（１））したがって、国内段階移行の手続きは、優先日から２０箇月以内（遅い官庁がある）に行わなければならない。（ＰＣＴ第２２条）
詳細については、ＰＣＴ出願人の手引き・第II巻」を参照すること。

[ ] この内容は、口頭又は電話により次の日に行った連絡を確認するためのものである。

４．上記の３に該当する場合に、この通知書の写しは国際事務局に送付した。

名称及びあて名 日本国特許庁（ＩＰＥＡ／ＪＰ） 郵便番号　100-8915 TELＯ３－３５９２－１３０８ ~~日本国東京都千代田区霞が関三丁目４番３号~~	権限のある職員 特許庁長官

様式ＰＣＴ／ＩＰＥＡ／４０２（１９９８年７月）

PATENT COOPERATION TREAT.

PCT

INFORMATION CONCERNING ELECTED OFFICES NOTIFIED OF THEIR ELECTION

(PCT Rule 61.3)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

HASEGAWA, Yoshiki
Soei Patent and Law Firm
Okura-Honkan
6-12, Ginza 2-chome
Chuo-ku
Tokyo 104-0061
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 29 May 2000 (29.05.00)		
Applicant's or agent's file reference SEI 99-44 PCT	IMPORTANT INFORMATION	
International application No. PCT/JP99/06046	International filing date (day/month/year) 29 October 1999 (29.10.99)	Priority date (day/month/year) 29 October 1998 (29.10.98)
Applicant SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. et al		

1. The applicant is hereby informed that the International Bureau has, according to Article 31(7), notified each of the following Offices of its election:

   EP :AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE
   National :CA,JP,US

2. The following Offices have waived the requirement for the notification of their election; the notification will be sent to them by the International Bureau only upon their request:

   None

3. The applicant is reminded that he must enter the "national phase" before the expiration of 30 months from the priority date before each of the Offices listed above. This must be done by paying the national fee(s) and furnishing , if prescribed, a translation of the international application (Article 39(1)(a)), as well as, where applicable, by furnishing a translation of any annexes of the international preliminary examination report (Article 36(3)(b) and Rule 74.1).

   Some offices have fixed time limits expiring later than the above-mentioned time limit. For detailed information about the applicable time limits and the acts to be performed upon entry into the national phase before a particular Office, see Volume II of the PCT Applicant's Guide.

   The entry into the European regional phase is postponed until 31 months from the priority date for all States designated for the purposes of obtaining a European patent.

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer:
Christelle Croci

Telephone No. (41-22) 338.83.38

(19) JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 62167235 A

(43) Date of publication of application: 23.07.87

(51) Int. Cl C03B 37/012
C03B 20/00
// G02B 6/00

(21) Application number: 61008876

(22) Date of filing: 21.01.86

(71) Applicant: SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(72) Inventor: KANAMORI HIROO
YOKOTA HIROSHI
SUGANUMA HIROSHI
TAKAGI MASAHIRO
TANAKA GOTARO

(54) PRODUCTION OF BASE MATERIAL FOR OPTICAL FIBER

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain the titled base material with low loss by inserting a glass rod for a core into the glass tube for the first clad, integrating both materials on heating, chemically grinding the outer peripheral part with an HF soln., inserting the integrated material into a glass tube for the second clad, and integrating the materials on heating.

CONSTITUTION: The glass rod for a core is inserted into the glass tube for the first clad, and both materials are integrated to make the first composite. Then the first composite is drawn, as required, the outer peripheral part is chemically ground with an HF soln., and an OH group-mixed layer generated by the heating with a burner is removed. Then the first composite is inserted into the glass tube for the second clad, and both materials are integrated to make the second composite consisting of the first clad part and the second clad part. Consequently, a dispersed shift single-mode fiber, etc., with low loss and having a thick-walled clad can be easily produced.

1/7

⑲日本国特許庁(JP)　　⑪特許出願公開

⑫公開特許公報(A)　　昭62－167235

⑤1Int.Cl.⁴	識別記号	庁内整理番号	⑬公開　昭和62年(1987)7月23日
C 03 B 37/012		A－8216－4G	
20/00		7344－4G	
// G 02 B 6/00		S－7370－2H	審査請求　未請求　発明の数 1　(全7頁)

⑤4発明の名称　光ファイバ用母材の製造方法

⑳特　願　昭61－8376
㉒出　願　昭61(1986)1月21日

㉗発明者　金森　弘雄　横浜市戸塚区田谷町1番地　住友電気工業株式会社横浜製作所内
㉗発明者　横田　弘　横浜市戸塚区田谷町1番地　住友電気工業株式会社横浜製作所内
㉗発明者　菅沼　寛　横浜市戸塚区田谷町1番地　住友電気工業株式会社横浜製作所内
㉗発明者　高城　政浩　横浜市戸塚区田谷町1番地　住友電気工業株式会社横浜製作所内
㉑出願人　住友電気工業株式会社　大阪市東区北浜5丁目15番地
㉔代理人　弁理士　内田　明　外2名

最終頁に続く

明　細　書

1 発明の名称

光ファイバ用母材の製造方法

2 特許請求の範囲

(1) コア用ガラス棒を第1クラッド用ガラス管内に挿入し該コア用ガラス棒と該第1クラッド用ガラス管を加熱一体化することによりコアとコアを取り囲む第1クラッドからなる第1の複合体を作製し必要に応じて該第1の複合体を延伸したのち該第1の複合体の外周部をHF溶液にて化学研磨し、しかるのちに該第1の複合体を第2クラッド用ガラス管内に挿入し加熱一体化することによりコア部と第1クラッド部と第1クラッド部を取り囲む第2クラッド部からなる第2の複合体を作製する工程を有することを特徴とする光ファイバ用母材の製造方法。

(2) コア用ガラス棒がゲルマニウムを含む石英ガラス、第1クラッド用ガラス管及び第2クラッド用ガラス管が弗素を含む石英ガラスからなるものである特許請求範囲第(1)項記載の光ファイバ用母材の製造方法。

(3) コア用ガラス棒が、VAD法で作製したガラス棒を電気炉を用いて加熱し延伸したものである特許請求範囲第(1)項又は第(2)項に記載される光ファイバ用母材の製造方法。

(4) 第1クラッド用もしくは第2クラッド用ガラス管がVAD法で作製したガラス棒を超音波穿孔機でパイプ化し要に応じて所定径に延伸したものである特許請求範囲第(1)ないし第(3)項のいずれかに記載される光ファイバ用母材の製造方法。

(5) 第1の複合体をHF溶液で化学研磨したのちプラズマ火炎により第1の複合体表面を平滑化する特許請求範囲第(1)ないし第(4)項のいずれかに記載される光ファイバ用母材の製造方法。

(6) コア用ガラス棒を挿入する前に第1クラッド用ガラス管内部に少なくとも弗化物ガスを含むガスを流しつつ外部より第1クラッド用

ガラス管を加熱し第1クラッド用ガラス管内壁を平滑化する特許請求範囲第(1)ないし第(6)項のいずれかに記載される光ファイバ用母材の製造方法。

(7) 第1の複合体を挿入する前に第2クラッド用ガラス管内部に少なくとも弗化物ガスを含むガスを流しつつ外部より第2クラッド用ガラス管を加熱し第2クラッド用ガラス管内壁を平滑化する特許請求範囲第(1)ないし第(7)項に記載される光ファイバ用母材の製造方法。

3.発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は光ファイバ用母材の製造方法に関し、特にシングルモード光ファイバ用母材の製造方法に関するものである。

〔従来の技術〕

光ファイバ用母材、特に石英ガラス系光ファイバ用母材の製造方法として、従来よりコアとなる石英を主成分とするガラス棒を該コアより屈折率の低いクラッド部となる石英系ガラス管内に挿入し、両者を加熱一体化して棒状の光ファイバ用母材とする、調るロッドインチューブ法が知られている。この方法を用いて長距離通信用の光ファイバ用母材を製造するためには、光が伝般するコア部において光の損失の原因となるOH基を十分に低減させることが必要である。このため、コア用ガラス棒としては、VAD法などで作製された十分にOH基含有量を低減せしめた高純度なガラス棒が用いられる。さらに、シングルモード光ファイバの場合は、伝般する光の電磁界分布がクラッド部まで広くしみ出しているため、コア部のみならず、クラッド部に含まれるOH基も十分に低減させる必要がある。

例えば、現在一般的に用いられている1.3 μm帯用シングルモードファイバの標準的な構造は、コア径7～9 μm、コアとクラッドの比屈折率差が0.25～0.30％であるが、この時、OH基による損失増加を十分に低く抑えるには、コア径の4～5倍径に達するクラッド部までOH含有量を数10 ppb程度に低減しておく必要がある。さらに、石英系光ファイバの最低損失波長域である1.55 μm 付近に零分散をシフトさせたシングルモードファイバ（分散シフト・シングルモードファイバ）の場合は、クラッド部への光の電磁界分布のしみ出しがさらに大きくなり、コア径の8倍径以上に達するクラッド部までOH含有量を低減しておく必要がある。

〔発明が解決しようとする問題点〕

ロッドインチューブ法を用いてシングルモード光ファイバ用母材を作製する際には、OH基が十分に低減されたコア用ガラス棒を、やはりOH基が十分に低減されたクラッド用ガラス管内に挿入し、かつ、コア用ガラス棒とクラッド用ガラス管の間隙に残留するH_2O成分を極力低減した状態で加熱一体化を行う必要がある。

しかしながら、この際、酸・水素バーナーのようにH_2O成分が多量に含まれる雰囲気を有する加熱源を用いて、クラッド用ガラス管の外周部より加熱し一体化を行うと、クラッド用ガラス管外周部にOH基が混入する。そこで、クラッド用ガラス管の肉厚をコア径に比して十分に厚く取り、OH基が混入しているクラッド外周部の径が、通常の1.3 μm帯シングルモードファイバの場合で4～5倍以上、分散シフト型シングルモードファイバの場合8倍以上となるようにし、OH基による光の損失を低く抑える必要がある。しかし、クラッド用ガラス管の肉厚が厚くなるに従いクラッド用ガラス管内部まで熱が伝わりにくくなり、一体化が困難になる。この為従来十分低損失なシングルモードファイバ特に分散シフト・シングルモードファイバをロッドインチューブ法を用いて作製することは困難であつた。

本発明は上記の困難を解決し、十分低損失なシングルモードファイバさらには分散シフトシングルモードファイバをもロッドインチューブ法にて作製できる新規な方法を提供せんとするものである。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は上記問題点を解決するためにコア用ガラス棒を第1クラッド用ガラス管内に挿入一体化することによりコアとコアを取り囲む第1クラッドからなる第1の複合体を作製し、必要に応じて該第1の複合体を延伸したのち該第1の複合体の外周部をHF溶液にて化学研磨ししかるのちに該第1の複合体を第2クラッド用ガラス管内に挿入し加熱一体化することによりコア部と第1クラッド部と第1クラッド部を取り囲む第2クラッド部からなる第2の複合体を作製する工程を有することを特徴とする光ファイバ用母材の製造方法を提供する。

〈補1〉

〔作用〕

本発明は、OH基が十分に低減された十分に厚いクラッド層をコアの周囲に形成するにあたり、前述した肉厚の厚いクラッド用ガラス管内にコア用ガラス棒を挿入し加熱一体化する困難な方法に代り、加熱一体化の容易な比較的肉厚の薄い第1のクラッド用ガラス管内にコア用ガラス棒を挿入一体化し、コアとこれを取り囲む第1クラッドを有する第1の複合体を形成したのち、加熱一体化の際にOH基が混入した第1の複合体外周部をHF溶液にて化学研磨することにより除去し、しかるのちに該第1の複合体を第2クラッド用ガラス管内に挿入し、加熱一体化することにより、コアと第1クラッド及び第1クラッドを取り囲む第2クラッドを有する第2の複合体を形成する方法を提供するものである。このようにすることにより、第1クラッド用ガラス管及び第2クラッド用ガラス管内のOH基含有量が十分低ければコアの周囲に十分に厚いOH基が低減されたクラッド層が形成できる。

本発明は、特にOH基含有量の十分低いクラッド層がより厚く必要とされる、分散シフト型シングルモードファイバ用母材の製造に用いて効果がより大きい。

ところで、分散シフト型シングルモードファイバでは、コアとクラッド間の比屈折率差を通常の1.5 μm 帯シングルモードファイバより大きく取る必要がある。この際、コアに屈折率を上げるための添加剤である GeO_2 を多く含有させると、レイリー散乱損失が増加し低損失化が困難となる。そこで、コアへの GeO_2 添加量を低減し、クラッドに弗素を含有させクラッド部の屈折率を低下させることにより、コア・クラッド間の比屈折率差を大きく取ることが有効である。したがつて、本発明においても、コア用ガラス棒として GeO_2 を含む石英ガラス、第1クラッド用ガラス管及び第2クラッド用ガラス管としてFを含む石英ガラス、を各々の材質とすることが有効であり好ましい。

また、コアやクラッド用ガラス管は当然OH基含有量の極めて少ないものが必要であるが、VAD法により作製されたガラス母材はOH基含有量を極めて低くできるので、VAD法を利用しコア用ガラス棒やクラッド用ガラス管を作製することが好ましい。VAD法では円柱状のガラス母材が作製できるので、これをコア用ガラス棒として、所定径に延伸する際にはOH基混入の恐れのない電気炉を用いて延伸することが好ましい。また、クラッド用ガラス管は、VAD法で作製した円柱状ガラス母材に超音波穿孔機を用いて穴をあけ、必要に応じて所定径に延伸することにより作製することができる。

さらに、第1の複合体外周部のOH基混入層を化学研磨により除去するには、母材サイズその他により、最適となるような濃度のHF溶液を用いて通常室温にて、～数10時間で行えばよい。またこの際に第1の複合体表面に多少凹凸が残る場合があるが、このような表面に凹凸を有する第1の複合体を、そのまま第2クラッド用パイプに挿入し加熱一体化すると、第1の複合体表面の凹凸が原因となり、第1の複合体と第2クラッドガラス管の界面に気泡が残ることがある。このような気泡は光ファイバの強度を弱める他光の損失特性にも悪影響を及ぼすことが考えられる。そこで気泡の発生防止の為に第1の複合体を化学研磨したのちプラズマ火炎などのOH汚染の恐れのない熱源で第1の複合

体表面を加熱し平滑化することが好ましい。また第1クラッド用ガラス管及び第2クラッド用ガラス管内壁に凹凸や傷がある場合にはやはり加熱一体化後、内部に挿したコア用ガラス棒や第1の複合体との界面に気泡が発生しやすい。これを防止するためには、第1クラッド用ガラス管及び第2クラッド用ガラス管内部に弗素化合物ガスを含むガスを流しつつ外部より加熱することによりガラス管内壁表面がエッチングされるとともに平滑化することができる。

〈*2〉

〔実施例〕

以下図面を参照して本発明の実施例を説明するが、第1図ないし第5図の縦軸において屈折率1.459は純石英の屈折率であり、比屈折率差（%）は純石英の屈折率を基準とするものである。また各図の横軸は径方向の長さ（mm）をあらわす。

実施例1

① コア用ガラス棒の作製

VAD法により第2図に示す屈折率分布を有する直径50mmのGeO_2をさむSiO_2ガラス母材を得た。本母材に含有されるOH基量は同様に作製した母材をコアとするGI型ファイバの損失データより数ppbと推定された。該母材を1800℃の電気炉中に挿入し直径3.5mmに延伸し、コア用ガラス棒とした。

② 第1クラッド用パイプの作製

VAD法により第3図に示す屈折率分布を有する直径45mmの弗素を含むSiO_2ガラス母材を得た。本母材に含有されるOH基量は赤外分光光度計による測定では検出限界（0.5ppm）以下であつた。本母材の中央に直径8mmの穴を超音波穿孔機にてあけたのち、酸・水素バーナー加熱により外径20mm内径～3.5mmになるまで延伸し、第1クラッド用ガラス管とした。さらに、該ガラス管内にSF_6 200cc／分、$SOCl_2$ガス200cc／分、を流しつつ、外部より酸・水素バーナーにて加熱することにより、ガラス管内面をエッチングし平滑化するとともに、内面に付着しているH_2O成分を除去した。この結果第1クラッドパイプの内径は約6mmとなつた。

③ 第1の複合体の形成

①で作製したコア用ガラス棒を、②で作製した第1クラッド用ガラス管内に挿入し、外部より酸・水素バーナーで加熱しつつ両者を一体化させた。その結果、第4図に示す屈折率分布を有する外径19mmの第1の複合体が形成された。

④ 第1の複合体の外周部の化学研磨

③で作製した第1の複合体を酸・水素バーナーにより加熱し外径11mmになるまで延伸した。この第1の複合体をHF 25重量%溶液中に24時間浸し、外径9.5mmになるまで化学研磨することにより、第1の複合体の外周部の酸・水素バーナー加熱によるOH基侵入層を完全に除去した。

⑤ 第2クラッド用ガラス管の作製

②で用いたものと同様の弗素を含むSiO_2ガラス母材の中央に直径12mmの穴を超音波穿孔機によりあけたのち酸・水素バーナー加熱により外径25mm内径6.7mmになるまで延伸した。さらに本ガラス管内にSF_6 200cc／分、$SOCl_2$ 200cc／分を流しつつ外部より酸・水素バーナーにより加熱しガラス管内面をエッチングしつつ平滑化するとともに、内面に付着しているH_2O成分を除去した。この結果第1クラッドガラス管の内径は12mmとなつた。

⑥ 第2の複合体の形成

④で化学研磨を施した第1の複合体（外径9.5mm）を⑤で作製した第2クラッド用ガラス管内に挿入し酸・水素バーナーにより外部より加熱することにより両者を一体化させた。その結果第5図に示す屈折率分布を有する外径23.8mmの第2の複合体が形成された。

⑦ 線引用プリフォーム化及び線引後の特性

①～④により形成した第2の複合体外周部にガラス微粒子を堆積させたのちFを含む雰囲気中で焼結することにより第1図に示す屈折率分布を有する分散シフト型シングルモードファイバ用母材を得た。第1図においてAはコア、Bは第1クラッド、Cは第2クラッドをあらわし、

a、b、cは夫々A、B、Cの径方向長さでb／a＝2.2であつた。該母材を所定径に延伸し線引用プリフォームとしたのち125μmに線引し分散シフト型シングルモードファイバを得た。本ファイバのカットオフ波長は0.98μm零分散波長は1.54μmであつた。残留OH基による1.38μmでのOH吸収ピークは1.5dB／km、1.55μm帯での伝送損失は0.25dB／kmであり比較的低損失な分散シフト型シングルモードファイバを得ることができた。

実施例2

実施例1の④において第1の複合体の化学研磨ののちさらに該第1の複合体表面をプラズマ火炎により加熱し平滑化を行つた。その他についてはすべて実施例1と同様にして、分散シフト型シングルモードファイバを得た。その結果、該ファイバの1.38μmでのOH吸収ピークは1.5dB／kmと実施例1と同等であつたが1.55μmでの伝送損失は0.22dB／kmでありさらに低損失化が達成できた。これは、第1の複合体表面の平滑化によりプリフォーム内の微少気泡がなくなり、気泡に起因する構造不完全損失が低減できたものと考えられる。

比較例1

実施例1の④において、第1の複合体の化学研磨を施さず9.5mmに延伸した以外はすべて実施例1と同様にして分散シフト型シングルモードファイバを作製した。その結果、1.38μmでのOH基による吸収ピークは20dB／kmあり、1.55μm帯においても0.32dB／kmと十分低損失化がなされなかつた。この残留OH基は第1の複合体外周部の酸・水素バーナーの加熱によるOH混入層が原因と考えられる。

比較例2

実施例1で作製したものと同じコア用ガラス棒を用い、クラッド用ガラスパイプとして外径32mm、内径5mmの弗素を含有する石英ガラス管を用いて、両者を加熱一体化し、十分な厚さを有するクラッド層を1回の加熱一体化で形成しようと試みたが、酸・水素バーナーによる加熱ではクラッド用ガラス管が内部まで十分に加熱されず表面のみ加熱が進み、表面のガラスが蒸発していくだけで一体化ができなかつた。

〔発明の効果〕

以上の説明および実施例・比較例の結果から明らかなように、本発明は従来のロッドインチューブ法では困難であつた、十分低損失なシングルモードファイバ、特にクラッドの肉厚の大きい分散シフトシングルモードファイバにおいても低損失なものを製造可能とした、優れた方法である。

4. 図面の簡単な説明

第1図ないし第5図は、いずれも屈折率分布を示す図であつて、第1図は実施例1にて得られた本発明の分散シフト型シングルモードファイバ用母材、

第2図は実施例1のコア用ガラス棒作製に用いたGeO_2を含むSiO_2ガラス母材、

第3図は実施例1の第1クラッド用パイプ作製に用いた弗素を含むSiO_2ガラス母材、

第4図は実施例1で作製した第1の複合体、

第5図は実施例1で作製した第2の複合体、

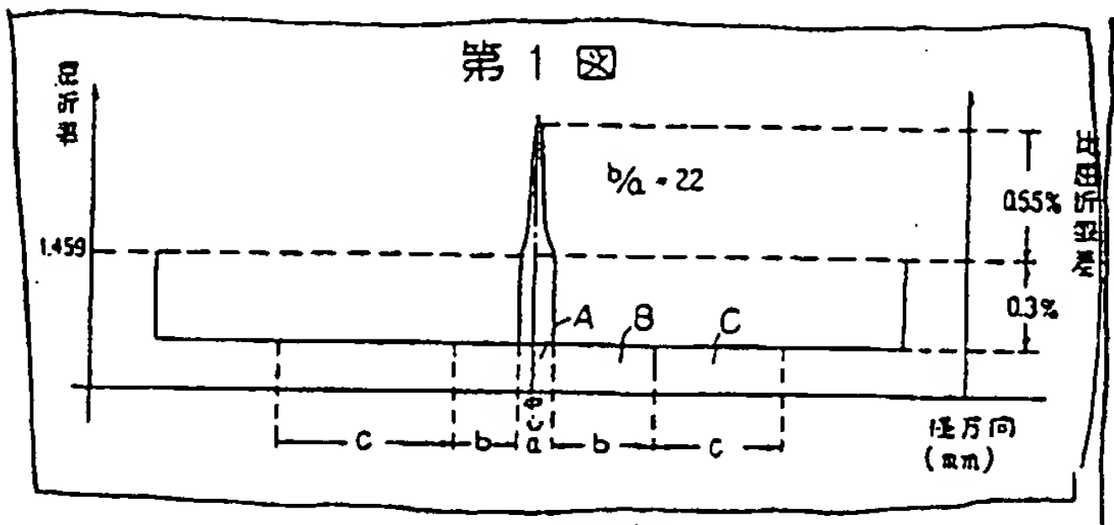
の屈折率分布を示す。

代理人　内田　明
代理人　萩原亮一
代理人　安西篤夫

図面の浄書(内容に変更なし)

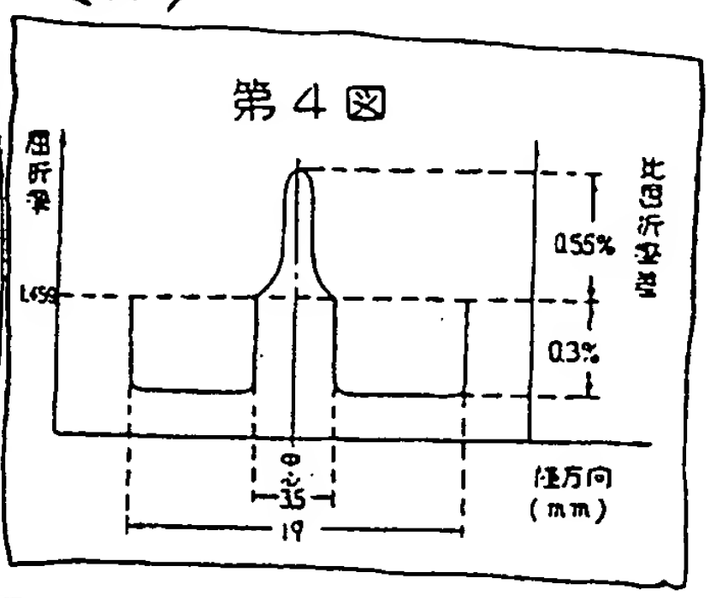
<※4>

第1図



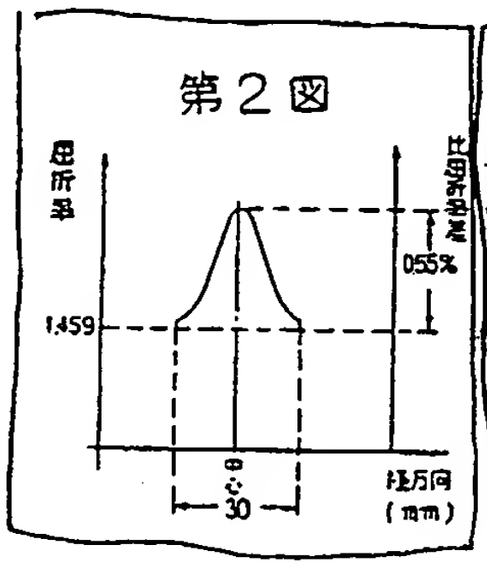
<※7>

第4図



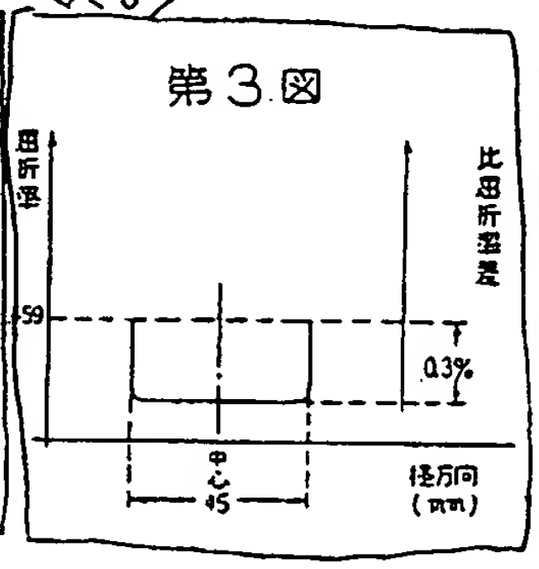
<※5>

第2図



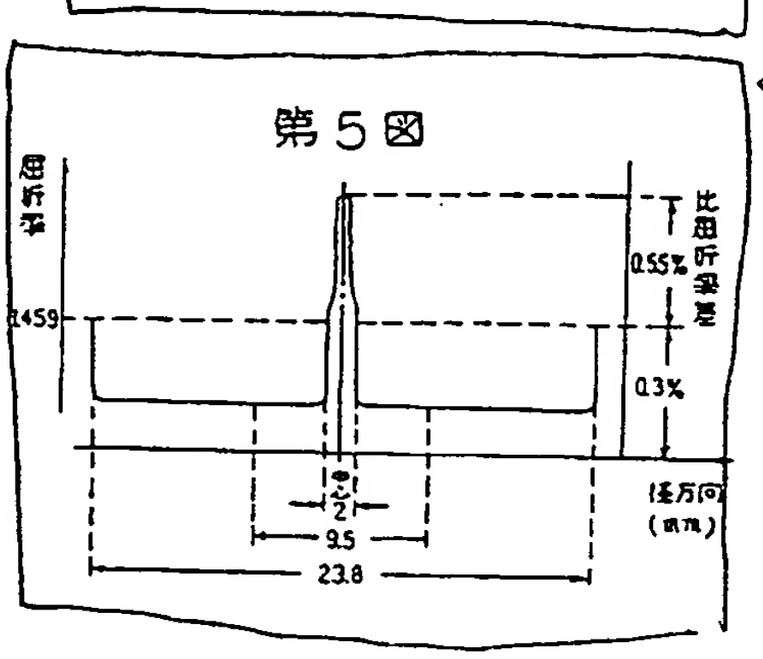
<※6>

第3図



<※8>

第5図



第1頁の続き

⑦発　明　者　　田　中　　豪　太　郎　　横浜市戸塚区田谷町1番地　住友電気工業株式会社横浜製作所内

手続補正書（方式）

昭和 61年 4月 1日

特許庁長官　宇賀道郎　殿

1．事件の表示

昭和 61 年特許願第 8876 号

2．発明の名称　光ファイバ用母材の製造方法

3．補正をする者

事件との関係　特許出願人

住　所　大阪市東区北浜5丁目15番地

氏　名
名　称　(213) 住友電気工業株式会社

4．代　理　人

住　所　東京都港区虎ノ門一丁目16番2号
虎ノ門千代田ビル　電話 (504) 1894番

氏　名　弁理士 (7179)　内　田　　明

（ほか2名）

5．補正命令の日付　昭和61年3月3日
（発送日：昭和61年3月25日）

6．補正により増加する発明の数　ナシ

特許庁
61. 4. 1

7．補正の対象

図　面

8．補正の内容

図面を別紙のとおり補正する。

9．添付書類の目録

図　面　1通

<1>

[Effect]

In order to form around a core a sufficiently thick cladding layer in which a OH-radical content is sufficiently reduced in contrast with a complicated method of inserting a core glass rod into a thick cladding glass pipe and collapsing these, the present invention provides a method comprising the steps of: integrally inserting a core glass rod into a first cladding glass pipe whose thickness is comparatively thin so as to make the collapse process become easy; forming a first composite body having the core and the first cladding; after this , removing the outer periphery of the first composite body, in which the OH-radicals are interfused at the time of collapse process, by means of chemical abrasion with an HF solution; inserting the first composite body into a second cladding pipe; and forming a second composite body by collapse process, the second composite body having the core, the first composite body and the second cladding surrounding the first cladding. Consequently, if the OH-radical content in the first cladding glass pipe and in the second cladding glass pipe is sufficiently lowered, it is possible to form around the core a sufficiently thick cladding layer with a decreased OH-radical content.

The present invention is especially effective in the manufacture of preforms for dispersion-shifted single mode fiber, which require thicker cladding layers with sufficiently low OH-radical content in particular.

<2>

[Embodiments]

The present invention will be explained by means of the embodiments below while referring to the accompanying drawings. Regarding to the vertical axis of each of the Figs. 1 through 5, the refractive index 1.459 indicates the refractive index of pure silica, and the relative refractive index difference (%) is represented with reference to the refractive index of pure silica. In addition, in each figure, the horizontal axis indicates the length (mm) in the diameter direction.

Embodiment 1

(1) Manufacture of the core glass rod

By VAD method, a SiO_2 glass preform with a diameter of 30 mm which contains GeO_2 and which has the refractive index profile shown in Fig. 2 was obtained. The OH-radical content of the obtained preform was estimated to be several ppm based on the loss data of a GI-type fiber having a core of a preform manufactured in the same manner. A core glass rod was obtained by elongating the preform to a diameter of 3.5 mm while being placed in an electric furnace at 1800°C.

(2) Manufacture of the first cladding pipe

By VAD method, a SiO_2 glass preform with a

diameter of 45 mm which contains fluorine and which has the refractive index profile shown in Fig. 3 was obtained. The OH-radical content of the otained preform was estimated to be below the detection limit (0.5 ppm) upon measurement using an infrared spectrometer. After a hole with a diameter of 8 mm was drilled in the center of the preform using an ultrasonic drill, and a first cladding glass pipe was obtained by elongating the preform under heating by an oxygen-hydrogen burner down to its outer diameter of 20 mm and its inner diameter of about 3.5 mm to obtain. By flowing SF_6 gas with 200 cc/minute and $SOCl_2$ gas with 200 cc/minute into the obtained glass pipe while heating the outer periphery thereof by the oxygen-hydrogen burner, the removing for the H_2O component adhering on the inner wall of the glass pipe was completed together with the etching and smoothing for the inner wall of the glass pipe. As a result, the inner diameter of the obtained first cladding pipe became about 6 mm.

(3) Formation of the first composite body

The core glass rod manufactured in the process (1) was inserted into the first cladding glass pipe manufactured in the process (2), and both were collapsed together by heating from the outside by means of the oxygen-hydrogen burner. As a result, a first

composite having an outer diameter of 19 mm and the refractive index profile shown in Fig. 4 was formed.

(4) Chemical abrasion of the outer periphery of the first composite body

The first composite manufactured in the process (3) was elongated under heating using the oxygen-hydrogen burner down to an outer diameter of 11 mm. The elongated first composite was chemically abraded by immersion a HF solution with 25 wt% for 24 hours down to an outer diameter of 9.5 mm, and thereby the OH-radical interfused layer due to the oxygen-hydrogen burner heating was completely removed from the outer periphery of the first composite body.

(5) Manufacture of the second cladding glass pipe

A hole with a diameter of 12 mm was drilled in the center of a SiO_2 glass preform equal to that used in the process (2), containing fluorine, by means of an ultrasonic drill, then it was elongated under heating by an oxygen-hydrogen burner down to an outer diameter of 25 mm and an inner diameter of 6.7 mm. By flowing SF_6 gas with 200 cc/minute and $SOCl_2$ gas with 200 cc/minute into the glass pipe while heating the outer periphery thereof by the oxygen-hydrogen burner, the removing for the H_2O component adhering on the inner wall of the glass pipe was completed together with the etching and smoothing for the inner

wall of the glass pipe. As a result, the inner diameter of the obtained first cladding pipe became about 12 mm.

(6) Formation of the second composite body

The first composite body (outer diameter of 9.5 mm) chemically abraded in the process (4) was inserted into the second cladding glass pipe manufactured in the process (5), and both were collapsed together by heating from the outside by means of the oxygen-hydrogen burner. As a result, a second composite body having an outer diameter of 23.8 mm and the refractive index profile shown in Fig. 5 was formed.

(7) Formation of a perform for drawing and properties after drawing

A preform for dispersion-shifted single mode fiber having the refractive index profile shown in Fig. 1 was obtained by: depositing glass particles onto the outer surface of the second composite body formed in the process (1) through (6); and sintering the obtained one in an atmosphere containing F.

<3>

4. Brief description of the drawings

Figs. 1 through 5 are all views showing refractive index profiles; Fig. 1 shows the refractive index profile of the preform for a dispersion-shifted single mode fiber according to the present invention obtained in Embodiment 1;

Fig. 2 shows the refractive index profile of an SiO_2 glass preform containing GeO_2 used in the manufacture of the core glass rod in Embodiment 1;

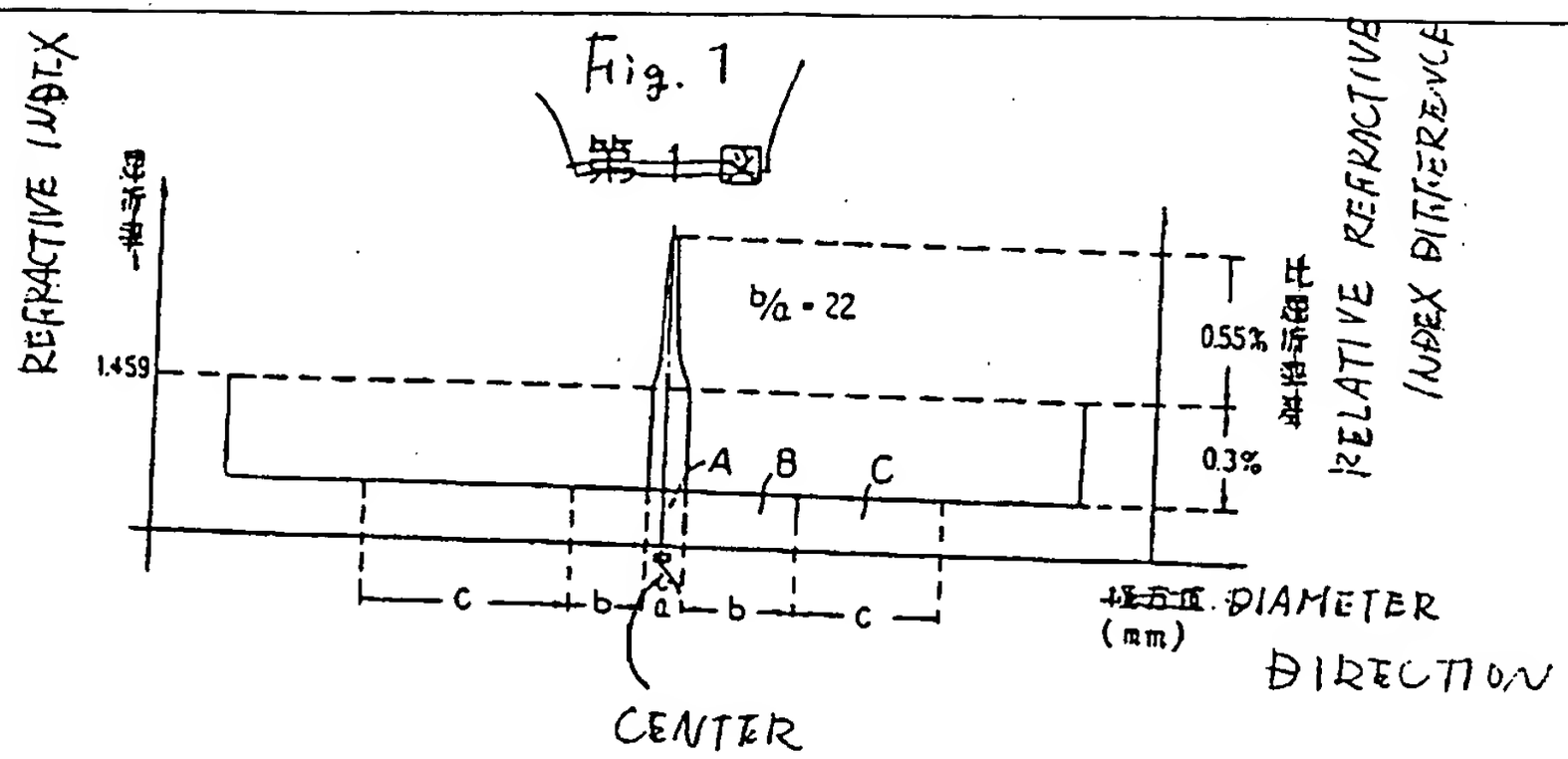
Fig. 3 shows the refractive index profile of an SiO_2 glass preform containing fluorine used in the manufacture of the first cladding pipe in Embodiment 1;

Fig. 4 shows the first composite body manufactured in Embodiment 1; and

Fig. 5 shows the second composite body manufactured in Embodiment 1.

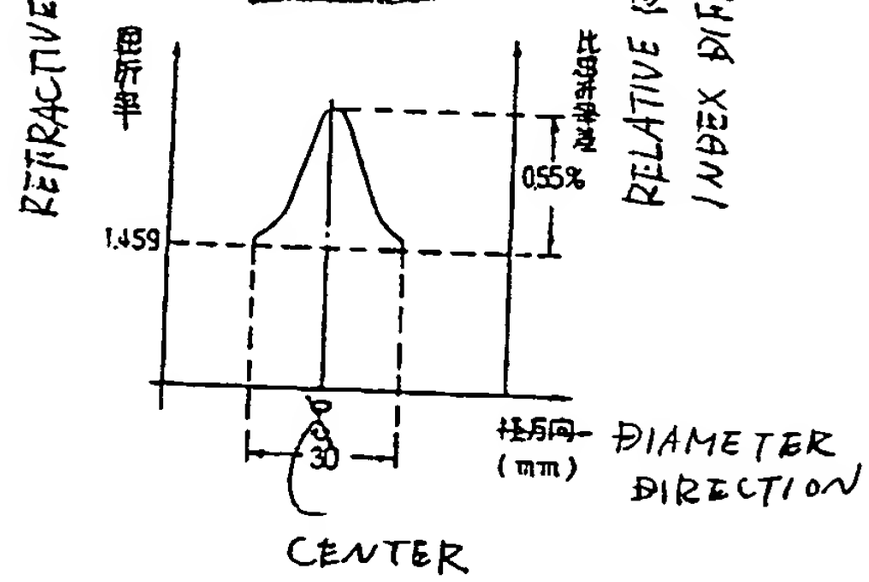
<(*4)>

Fig. 1
第1図



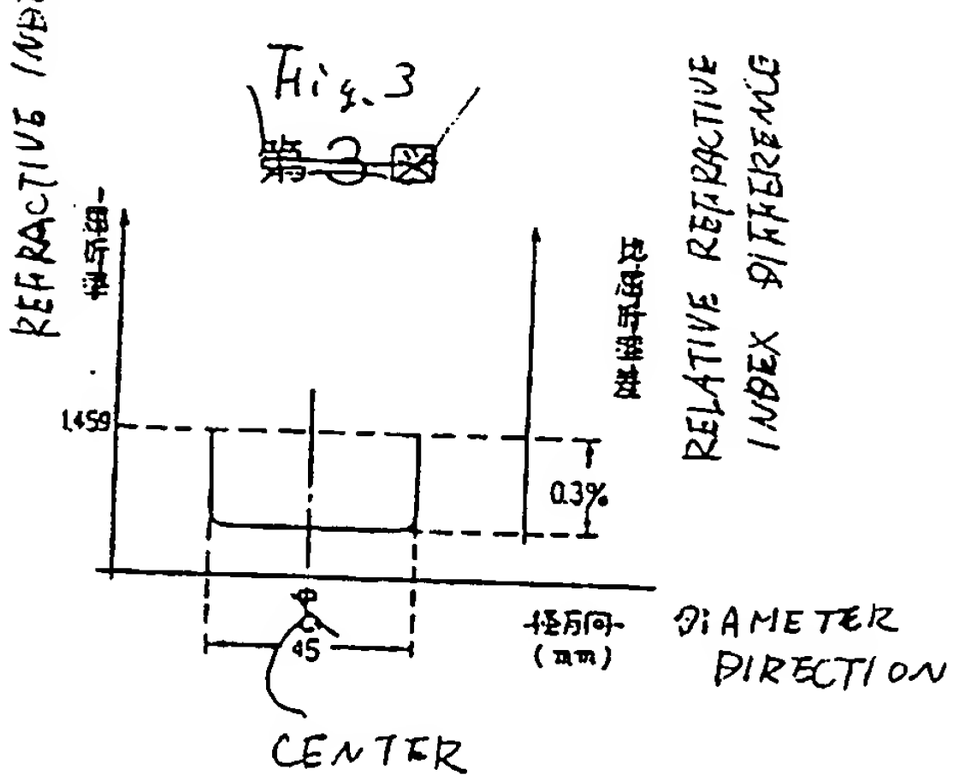
<(*5)>

Fig. 2
第2図



<(*6)>

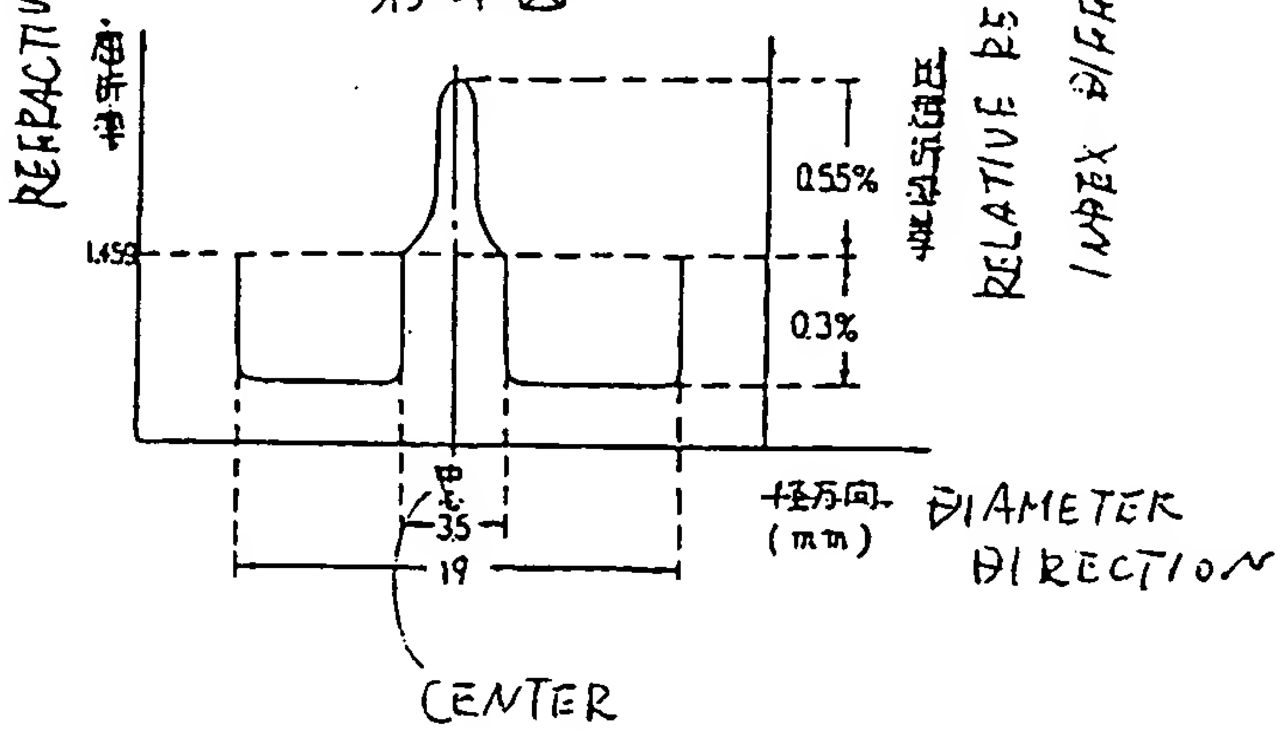
Fig. 3
第3図



<※7>

Fig. 4

~~第4図~~



<※8>

Fig. 5

~~第5図~~